

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-245993

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl.

H05H 1/46  
C23C 16/50  
C23F 4/00  
H01L 21/205  
H01L 21/3065

(21)Application number : 08-070871

(71)Applicant : ANELVA CORP

(22)Date of filing : 04.03.1996

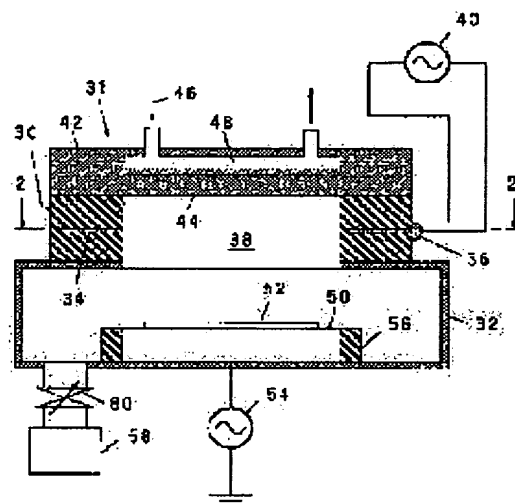
(72)Inventor : TSUKADA TSUTOMU

## (54) PLASMA PROCESSING DEVICE, AND MANUFACTURE OF ANTENNA

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To restrict sputtering phenomenon on an inner wall surface of a plasma generating chamber, and facilitate handling of an antenna to hold its form even when it is thin by embedding a flat antenna in a dielectric body.

**SOLUTION:** A side wall member 30 of a plasma generating chamber 31 is composed of a hollow alumina cylinder of a thickness of 50mm, and it is installed on the upper side of a diffusion chamber 32. In the side wall member 30, a copper antenna 34 of a thickness of 0.1mm and a plate width of 40mm is embedded. A plate thickness direction of the antenna 34 is set parallel to an axial direction of the cylindrical side wall member 30. As high frequency power is supplied to a feed part 36 of the antenna 34, plasma is generated in an inner space 38 of the plasma generating chamber 31, and this is diffused to the diffusion chamber 32, so film on a substrate 52 is processed for etching or the like.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Plasma treatment equipment characterized by having the next configuration in the plasma treatment equipment which carries out plasma treatment of the processed substrate which the building envelope of a vacuum housing was made to generate the plasma, and has been arranged in said building envelope.

(b) A part of wall surface member [ at least ] which demarcates said building envelope consists of dielectrics.

(b) The conductive antenna is embedded to the interior of said dielectric, and this antenna is not exposed to said building envelope.

(c) Said antenna is formed with band-like sheet metal, and the direction of board thickness of this antenna is perpendicular to the direction of a normal of the internal surface close to the antenna of said dielectric.

(d) The RF generator is connected to said antenna.

[Claim 2] It is plasma treatment equipment according to claim 1 characterized by embedding said antenna at said dielectric as the configuration of said dielectric is a cylinder in the air, the internal surface is exposed to said building envelope, the configuration of said antenna is a disk in the air with which one place of a hoop direction is divided and the direction of board thickness of said antenna becomes parallel to the shaft orientations of said dielectric, and so that said antenna may become this alignment to said dielectric.

[Claim 3] It is plasma treatment equipment according to claim 1 which said dielectric has the flat front face exposed to said building envelope, and the configuration of said antenna is a cylinder of the hollow made from sheet metal with which one place of a hoop direction is divided, and is characterized by embedding said antenna to the interior of said dielectric so that the direction of board thickness of this antenna may become perpendicular to the direction of a normal of said flat front face.

[Claim 4] Plasma treatment equipment characterized by having the next configuration in the plasma treatment equipment which carries out plasma treatment of the processed substrate which the building envelope of a vacuum housing was made to generate the plasma, and has been arranged in said building envelope.

(b) A part of wall surface member [ at least ] which demarcates said building envelope consists of dielectrics.

(b) The conductive antenna is embedded to the interior of said dielectric, and this antenna is not exposed to said building envelope.

(c) Said antenna is formed with band-like sheet metal, the cross-section configuration perpendicular to the longitudinal direction of this antenna is carrying out the long and slender configuration, and the production of the long side of said cross-section configuration intersects the internal surface and perpendicular of said dielectric.

(d) The RF generator is connected to said antenna.

[Claim 5] Said dielectric is plasma treatment equipment given in any 1 term of claims 1-4 characterized by being formed with the alumina sintered compact.

[Claim 6] The band-like sheet metal which constitutes said antenna is plasma treatment equipment given in any 1 term of claims 1-4 to which the board thickness is characterized by being within the limits of 1/100,000 from 1/10 of the board width.

[Claim 7] It is plasma treatment equipment according to claim 1 characterized by for said plasma treatment equipment being an etching system, and temperature control being possible for said a part of vacuum housing [ at least ].

[Claim 8] The manufacture approach of the antenna which constitute from a dielectric a part of wall surface

member [ at least ] which demarcates the building envelope of a vacuum housing, and embed a conductive antenna to the interior of this dielectric, and supply high-frequency power to this antenna, and said building envelope is made to generate the plasma, and is equipped with the next phase by this in the manufacture approach of the antenna for the plasma treatment equipment which carries out plasma treatment of the processed substrate arranged in said building envelope.

(b) The phase which manufactures the 1st dielectric which carried out the configuration of a thick predetermined hollow cylinder.

(b) The phase which forms the disc-like antenna in the air with which one place of a hoop direction is divided by one end face of said 1st dielectric by carrying out film attachment of the conductive thin film.

(c) The phase which manufactures to one the 2nd dielectric of the hollow cylinder which carries out the same end-face configuration as said 1st dielectric on the end face in which said antenna of said 1st dielectric was formed with a sintering process.

[Claim 9] The manufacture approach of the antenna which constitute from a dielectric a part of wall surface member [ at least ] which demarcates the building envelope of a vacuum housing, and embed a conductive antenna to the interior of this dielectric, and impress high-frequency power to this antenna, and said building envelope is made to generate the plasma, and is equipped with the next phase by this in the manufacture approach of the antenna for the plasma treatment equipment which carries out plasma treatment of the processed substrate arranged in said building envelope.

(b) The phase which manufactures two dielectrics which are carrying out the configuration of a thick predetermined hollow cylinder, and have the same end-face configuration.

(b) The phase which manufactures the antenna which consists of conductive sheet metal which carried out the configuration of a disk in the air where one place of a hoop direction was divided.

(c) The phase which carries out low attachment junction of said two dielectrics mutually by inserting said antenna between the end faces of said two dielectrics, and using this antenna as low material.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the plasma treatment equipment made to generate the plasma especially with an inductive-coupling method about the plasma treatment equipment which etches a processed substrate or forms membranes on a processed substrate using the plasma which the interior of a vacuum housing was made to generate. Moreover, it is related with the manufacture approach of the antenna for such plasma treatment equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] At etching for manufacturing a semiconductor device conventionally, or the process of membrane formation, in order to generate the plasma, generally the parallel plate electrode has been used. However, many plasma treatment using a electron cyclotron resonance (ECR), inductively coupled plasma (ICP), a helicon wave, etc. is used from the demand of micro processing of etching, the demand of an art with few damages, etc. in recent years. By such plasma treatment, also by the low voltage force, the plasma with a very high consistency is generated, this plasma is diffused near the processed substrate, and plasma processing can be performed at the plasma generating room in the location distant from the substrate electrode holder which carried the processed substrate. Among these, this invention is related to the plasma treatment equipment which used inductively coupled plasma.

[0003] In order to generate inductively coupled plasma, they are Plasma Sources Sci. Technol., the 1st volume, 109 pages, and J.Hopwood. Work and the plasma generating room indicated in 1992 can be used.

[0004] Drawing 8 is the perspective view of conventional plasma treatment equipment which used inductively coupled plasma. The antenna 12 which becomes the perimeter of the plasma generating room 10 of the shape of a cylinder which consisted of dielectrics, such as a quartz, from band-like sheet metal is wound around the hoop direction. This plasma generating room 10 is attached on the diffusion chamber 14. The plasma generated at the plasma generating room 10 is diffused in a diffusion chamber 14, and plasma treatment, such as etching, is performed to the substrate 18 put on the substrate electrode holder 16 installed in the center of a diffusion chamber 14.

[0005] If the example of etching processing is explained, after exhausting the plasma generating room 10 and a diffusion chamber 14 to a vacuum, the reactant gas of C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> grade will be introduced, and a pressure will be set as Number mTorr. If high-frequency power is supplied to an antenna 12 using RF generator 20 for plasma generating, the alternating electric field which is going to negate the current which flows at the annular antenna 12 inside the plasma generating room 10 occurs by inductive coupling, an electron will be accelerated by this and the reactant plasma of high density will occur inside the plasma generating room 10 by it. This plasma is spread in a diffusion chamber 14, and the thin film of SiO<sub>2</sub> on a substrate 18 is etched.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] At the conventional plasma generating room mentioned above, it is arranged so that the antenna 12 which consists of band-like sheet metal may become cylindrical shape-like. That is, the board width part of an antenna 12 has countered the peripheral face of the plasma generating room 10. Therefore, the opposed face product of an antenna 12 and the plasma generating room 10 became large, and the internal plasma and internal antenna 12 of the plasma generating room 10 had joined together in capacity besides inductive coupling through this plasma generating room 10. For this reason, in the part which approaches an antenna 12 among the internal surfaces of the plasma generating room 10, the internal surface had produced the problem that bias was carried out to a negative electrical potential difference, and the spatter of this internal surface was carried out in response to an ion bombardment.

[0007] Although the quality of the material of a plasma generating room is a dielectric, many quartzes are used also in the dielectric as an ingredient with little [ a mechanical strength is strong and ] contamination of alkali or heavy metal. If many spatters of this quartz were carried out, since the oxygen atom in the quartz by which the spatter was carried out would control deposition in the substrate of the fluorocarbon film in etching of SiO<sub>2</sub> especially using the plasma of fluorocarbon gas, SiO<sub>2</sub> was not able to be etched by the high selection ratio to Si. Furthermore, because of the above-mentioned ion bombardment, since the residence time of F radical which stuck to the quartz front face became comparatively short, F radical concentration of a discharge sky throughout increased, and a high selection ratio was not able to be obtained to Si under this effect.

[0008] Instead of using band-like sheet metal as an antenna, if it is also considered that a cross section arranges a circular pipe around a plasma generating room and cooling water is poured inside this pipe, it is convenient also for cooling of an antenna. Also when such a pipe is used, the problem of capacity coupling between an antenna and the plasma, i.e., the problem of the spatter of an internal surface, has arisen too.

[0009] In order to solve the above-mentioned trouble resulting from capacitive association with an antenna and the plasma, making an antenna flat is also considered as indicated in Proc.12th Symp.Plasma Processing, the 433rd page, K.Takagi work, and 1995. Drawing 9 is the perspective view of conventional plasma treatment equipment which used such a flat antenna. The flat antenna 22 which carried out the configuration of a hollow disk is attached in the perimeter of the plasma generating room 10. Thus, since the area to which an antenna 22 counters the plasma generating room 10 by making an antenna 22 flat became small, the degree of capacity coupling of an antenna 22 and the plasma became small, it decreased that bias of the internal surface of the plasma generating room 10 is carried out to a negative electrical potential difference, and it was lost that a spatter is carried out of most internal surfaces of the plasma generating room 10.

[0010] However, a special means for such a flat antenna 22 to hold an antenna in the flat condition is needed. And if it is made not much thin although it is necessary to make board thickness of an antenna thinner in order to lessen capacity coupling between an antenna and the plasma more, the problem of the mechanical strength of an antenna becoming less enough and it becoming impossible to maintain the flat configuration of an antenna will arise. And a very thin antenna uses a nerve for the handling.

[0011] If big high-frequency power is supplied to the flat antenna 22, the potential of an antenna will rise and the problem that discharge arises between an antenna and the superior lamella of a diffusion chamber 14 in atmospheric air will also be produced. Also in the case of an antenna configuration [ as shown in drawing 8 ], the problem of such discharge is produced.

[0012] It is made in order that this invention may solve an above-mentioned trouble, and that purpose is in offering the plasma treatment equipment which could control the spatter phenomenon of the internal surface of a plasma generating room, and was excellent in that configuration holdout with the thin antenna of board thickness in the plasma treatment equipment of an inductive-coupling method. Moreover, it is in offering the manufacture approach of the antenna for such plasma treatment equipment.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The plasma treatment equipment of this invention made the building envelope of a vacuum housing generate the plasma, and is equipped with the configuration of the following (b) - (d) in the plasma treatment equipment which carries out plasma treatment of the processed substrate arranged in said building envelope. (b) A part of wall surface member [ at least ] which demarcates said building envelope consists of dielectrics. (b) The conductive antenna is embedded to the interior of said dielectric, and this antenna is not exposed to said building envelope. (c) Said antenna is formed with band-like sheet metal, and the direction of board thickness of this antenna is perpendicular to the direction of a normal of the internal surface close to the antenna of said dielectric. (d) The RF generator is connected to said antenna.

[0014] Thus, by having arranged the antenna, the opposed face product of the internal surface of a dielectric and an antenna becomes very small. Thereby, it will become only inductive coupling between an antenna and the plasma, capacity coupling will almost be lost, and the spatter of the internal surface of a dielectric will not be carried out. Therefore, in various kinds of plasma treatment, the bad influence resulting from the spatter phenomenon of the internal surface of a dielectric can be controlled. And since the antenna is embedded at the dielectric, even if it uses a very thin antenna, it excels in the configuration holdout of an antenna and a nerve is not used for the handling of an antenna. Moreover, since the antenna is embedded to the interior of a dielectric, the configuration of a plasma generating room including an antenna becomes simple, and the magnitude also becomes compact. Furthermore, even if the high voltage is impressed to an

antenna, it does not discharge between an antenna and a ground part in atmospheric air.

[0015] What is necessary is just to embed an antenna into the thick part of a side-attachment-wall member as it considers as the disk in the air with which one place of a hoop direction is divided as a configuration of an antenna and the direction of board thickness of this antenna becomes parallel to the shaft orientations of a side-attachment-wall member, and so that an antenna may become this alignment to a side-attachment-wall member when the side-attachment-wall member of a cylinder-like plasma generating room is constituted from a dielectric.

[0016] What is necessary is to consider as the cylinder of the hollow made from sheet metal with which one place of a hoop direction is divided as a configuration of an antenna, and just to embed an antenna to the interior of a superior lamella so that the direction of board thickness of this antenna may become perpendicular to the direction of a normal of the inferior surface of tongue of a superior lamella when the plate-like superior lamella of a cylinder-like plasma generating room is constituted from a dielectric.

[0017] It is important for the band-like sheet metal which constitutes an antenna that the board thickness is very thin as compared with the board width. Although what is necessary is just to make board thickness small from a viewpoint which lessens the degree of capacity coupling between an antenna and the plasma, it is necessary to enlarge the board width to some extent from a viewpoint which passes the big high frequency current at an antenna. For example, board thickness can be set to 1 micrometer - about 1mm, and the board width can be set to about 1-5cm. As for board thickness, it is desirable to carry out within the limits of 1/100,000 from 1/10 of the board width practical.

[0018] As the quality of the material of an antenna, like gold, silver, copper, or these alloys, although what has good electrical conductivity is desirable, as long as there is little high frequency loss, other refractory metals, carbon, etc. may be used.

[0019] An alumina sintered compact can be used as the quality of the material of the dielectric used by this invention. However, the dielectric materials of others, such as not the thing to limit to this but a quartz, aluminum nitride, and boron nitride, can also be used. in short -- the property as a dielectric -- in addition, there should just be the mechanical strength and airtightness which can hold an antenna in the interior and can maintain a vacuum.

[0020] Moreover, as an approach of manufacturing an antenna, on a dielectric, after carrying out film attachment of the conductor as an antenna, the approach of joining a dielectric to one with a sintering process on it is further employable. As a film attachment method of a conductor, the film attachment method plating, the applying method, the vacuum forming-membranes method, etc. are well-known can be used. Furthermore, the approach of sandwiching the antenna which consists of conductive sheet metal between two dielectrics as an option which manufactures an antenna, and carrying out low attachment junction of the two dielectrics by making this antenna into low material may be adopted.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the transverse-plane sectional view of 1 operation gestalt of the plasma treatment equipment of this invention. The side-attachment-wall member 30 of the plasma generating room 31 consists of cylinders made from an alumina of hollow with a thickness of 50mm, and is attached in the diffusion chamber 32 bottom. Into the thick part of the side-attachment-wall member 30 made from an alumina, the copper antenna 34 with a thickness of 0.1mm is embedded. The direction of board thickness of this antenna 34 is parallel to the shaft orientations of the cylinder-like side-attachment-wall member 30. The board width of an antenna 34 is completely embedded into the thick part of the side-attachment-wall member 30 made from an alumina except electric supply section 36 exposed to the peripheral face of those with 40mm, and the side-attachment-wall member 30. Therefore, the antenna 34 is not exposed to the building envelope 38 of the plasma generating room 31.

[0022] In order to connect the electric supply cable which supplies high-frequency power from RF generator 40, the electric supply section 36 is reinforced with a copper block, and is electrically connected to the antenna 34. The top cover 42 in which temperature control is possible is arranged in the upper part of the side-attachment-wall member 30, and the carbon plate 44 is attached in the inferior surface of tongue of this top cover 42. This carbon plate 44 faces the building envelope 38 of the plasma generating room 31. The path 48 is formed in the interior of a top cover 42, and the liquid 46 by which temperature control was carried out flows the interior of a path 48.

[0023] The substrate electrode holder 50 which can be cooled with a cooling medium is installed in the interior of a diffusion chamber 32. A substrate 52 is fixed by the electrostatic chuck on the substrate electrode holder 50. This substrate electrode holder 50 has the structure where bias voltage can be impressed by RF generator 54 for bias. The side face of the substrate electrode holder 50 is covered with the insulator

56, and, thereby, centralizes the plasma on a substrate 52.

[0024] In this plasma generator, the plasma generating room 31 consists of a side-attachment-wall member 30 and a top cover 42, and the vacuum housing consists of this plasma generating room 31 and diffusion chamber 32.

[0025] Drawing 2 is the 2-2 line sectional view of drawing 1. This sectional view cuts the side-attachment-wall member 30 made from an alumina in the height embedding an antenna 34 at a flat surface perpendicular to the shaft orientations of this side-attachment-wall member 30. The antenna 34 is embedded into the thick part of the bell shape side-attachment-wall member 30, and this antenna 34 is carrying out the configuration of the disk of the hollow divided by one place of a hoop direction. Therefore, this antenna 34 is not closed to a hoop direction. And the two electric supply sections 36 are connected to the part divided by the hoop direction. Except this electric supply section 36, the antenna 34 is completely embedded into the thick part of the side-attachment-wall member 30.

[0026] Next, how to etch a substrate with this plasma treatment equipment is explained. In drawing 1, the plasma generating room 31 and the diffusion chamber 32 are beforehand exhausted to the vacuum with the exhaustor 58, and for example, C4F8 gas is introduced by the flow rate of 50sccm extent from the gas installation device which is not illustrated. The carbon plate 44 which poured the liquid 46 which carried out temperature control to 200 degrees C, and was attached in the path 48 of a top cover 42 at the top cover 42 at coincidence is heated at 200 degrees C. The polymerization film of C4F8 stops thus, adhering to the carbon plate 44 by heating the carbon plate 44. Although this film will peel and particle will increase if the film adheres to the carbon plate 44, heating of the carbon plate 44 has protected such un-arranging. next, exhaust air -- the orifice 60 prepared in the conduit is controlled and the pressure in a diffusion chamber 32 is maintained at 3mTorr(s). In this condition, high-frequency power is supplied to an antenna 34 through the matching box which is not illustrated from RF generator 40. Induction field occur according to the alternation current which flows at this antenna 34, and in the building envelope 38 of the plasma generating room 31, induction field occur near the horizontal plane containing an antenna 34 so that this field may be negated. The electron in a building envelope 38 is accelerated by this induction field, and the plasma occurs. This plasma is spread in a diffusion chamber 32, and the thin film of SiO<sub>2</sub> on a substrate 52 is etched.

[0027] Drawing 3 (A) is a perspective view explaining the physical relationship of the antenna 34 and the side-attachment-wall member 30 in the equipment of drawing 1, cuts off a front part and is illustrated. The antenna 34 is formed in hollow disc-like by band-like sheet metal, and the longitudinal direction is prolonged in the hoop direction of the side-attachment-wall member 30. This antenna 34 is arranged so that it may become bell shape side-attachment-wall member 30 and this alignment. The direction 62 of board thickness of an antenna 34 is parallel to the shaft orientations of the side-attachment-wall member 30. And this direction 62 of board thickness is perpendicular to the direction 64 of a normal of the internal surface 33 close to the antenna 34 of the side-attachment-wall member 30. The cross-section configuration perpendicular to the longitudinal direction of an antenna 34 is carrying out the long and slender configuration, the long side of this cross-section configuration is equivalent to the board width W of an antenna, and a shorter side is equivalent to board thickness t. The board thickness t of an antenna is very small to the board width W. As for board thickness t, it is desirable to carry out to 1/10 of the board width W to about 1/1000. The production 66 of the long side of the above-mentioned cross-section configuration crosses perpendicularly to the internal surface of the side-attachment-wall member 30.

[0028] By arranging the antenna 34 as mentioned above, the opposed face product of the internal surface 33 of the side-attachment-wall member 30 and an antenna 34 becomes very small. That is, this opposed face product is only the area of the inner skin 35 of the board thickness part of an antenna 34. Thereby, it will become only inductive coupling between an antenna 34 and the plasma, capacity coupling will almost be lost, and the spatter of the internal surface 33 of the side-attachment-wall member 30 will not be carried out.

[0029] Since the antenna 34 is embedded into the thick part of the side-attachment-wall member 30 made from an alumina, even if the board thickness is very as thin as 0.1mm, an antenna does not deform and the configuration is held. And since the antenna 34 has not projected from the peripheral face of the side-attachment-wall member 30, the configuration of a side-attachment-wall member including an antenna turns into the shape of a simple cylindrical shape, and the magnitude also becomes compact. Furthermore, since the antenna 34 is covered with the dielectric nearly completely, even if induction of the high voltage is carried out to an antenna 34, it does not discharge between an antenna 34 and a ground (for example, diffusion chamber) in atmospheric air.

[0030] With this operation gestalt, although the board thickness t of an antenna is very as small as 0.1mm,

since the board width  $W$  is comparatively large, even if it passes the high frequency current of a high current at an antenna with 40mm, RF loss does not become large. The reason is that a RF flows only near the front face of a conductor according to the skin effect.

[0031] Drawing 4 (A) is the perspective view showing an example of the production process of an antenna. First, the 1st dielectric 68 made from an alumina is fabricated with a sintering process, and it is made the configuration of a hollow cylinder of having predetermined thickness. Next, coppering 70 with a thickness of 0.1mm is performed so that it may become disc-like [ of the hollow in the condition that one place of a hoop direction was divided by one end face of this 1st dielectric 68 ]. On the end face to which this coppering 70 was performed, the 2nd dielectric 72 made from an alumina is fabricated with a sintering process to one, and this 2nd dielectric 72 is also made into the configuration of a hollow cylinder. The bell shape dielectric in the condition that the antenna which consists of coppering 70 was embedded by this is manufactured by one. In addition, as the film attachment approach to the end-face top of the 1st dielectric 68, the film attachment approaches other than plating may be used.

[0032] Drawing 4 (B) is the perspective view showing another example of the production process of an antenna. First, the 1st dielectric 74 and the 2nd dielectric 76 made from an alumina are fabricated with a sintering process. These dielectrics 74 and 76 are the configurations of a hollow cylinder where have the same end-face configuration and both have predetermined thickness. On the other hand, copper sheet metal 78 with a thickness of 0.1mm is made so that it may become disc-like [ of the hollow in the condition that one place of a hoop direction was divided ]. Next, after inserting this sheet metal 78 between the end faces of two dielectrics 74 and 76, these are heated in a furnace and low attachment junction of the two dielectrics 74 and 76 is carried out by using copper sheet metal 78 as low material. The dielectric in the condition that the antenna which consists of copper sheet metal 78 was embedded by this is manufactured by one.

[0033] Drawing 5 is the transverse-plane sectional view of the 2nd operation gestalt of the plasma treatment equipment of this invention. With this operation gestalt, there is no diffusion chamber and the substrate electrode holder 50 is directly arranged inside the side-attachment-wall member 80. The side-attachment-wall member 80 consists of alumina sintered compacts of a hollow cylinder configuration. The antenna 82 is embedded into the thick part of this side-attachment-wall member 80. The configuration of an antenna 82 and arrangement are the same as the case of the operation gestalt of drawing 1. RF generator 40 is connected to the electric supply section 84 of this antenna 82. By the way, if high-frequency power is supplied to an antenna 82 from RF generator 40, the temperature of an antenna 82 will rise and the temperature of the internal surface of the side-attachment-wall member 80 will also rise. If the temperature of an internal surface changes, the amount of radicals adhering to an internal surface will change, and the radical presentation in a reaction container will change. Then, repeatability is lost in an etching property. Then, in order to abolish the instability of such a radical presentation, he prepares in the peripheral face of the side-attachment-wall member 80 cooling water path 86, and is trying to keep the temperature of the internal surface of the side-attachment-wall member 80 at 200 degrees C from just before etching initiation with this operation gestalt. With this operation gestalt, the superior lamella 88 made from aluminum which carried out alumite processing of the front face is arranged on the side-attachment-wall member 80. When aluminum is used, there is no heavy metal contamination by iron grain child who arises with the superior lamella made from stainless steel. Moreover, alumite processing is useful to control of corrosion prevention of aluminum, and the spatter of aluminum.

[0034] Drawing 6 is the transverse-plane sectional view of the 3rd operation gestalt of the plasma treatment equipment of this invention. The side face 91 and base 92 of the plasma generating room 90 consist of aluminum, and the superior lamella 94 of the plasma generating room 90 is constituted from this operation gestalt by the sintered compact of an alumina. The antenna 96 is embedded into the thick part of the superior lamella 94 made from this alumina. This antenna 96 is a copper cylinder plate with a thickness of 0.2mm, and one place of that hoop direction is divided. The electric supply section 98 is connected to the antenna 96, and high-frequency power is supplied to this electric supply section 98 from RF generator 40. The substrate electrode holder 50 was installed in the interior of the plasma generating room 90 so that it might counter with a superior lamella 94, and the substrate 52 appears on it.

[0035] Drawing 3 (B) is an explanatory view explaining the physical relationship of the antenna 96 and superior lamella 94 in the equipment of drawing 6. The antenna 96 is formed in the bell shape by band-like sheet metal, and the longitudinal direction of an antenna 96 is prolonged in the hoop direction of a cylinder-like plasma generating room. The center line of the bell shape antenna 96 is in agreement with the center line of a cylinder-like plasma generating room. The direction 100 of board thickness of an antenna 96 is perpendicular to the direction 102 of a normal of the inferior surface of tongue 95 (a part of internal surface



of a plasma generating room is constituted.) of the superior lamella 94 made from an alumina. The cross-section configuration perpendicular to the longitudinal direction of an antenna 96 is carrying out the long and slender configuration, the long side of this cross-section configuration is equivalent to the board width W of an antenna, and a shorter side is equivalent to board thickness t. The production 104 of the long side of the above-mentioned cross-section configuration crosses perpendicularly to the inferior surface of tongue 95 of a superior lamella 94.

[0036] Thus, by arranging the antenna 96, the spatter of the inferior surface of tongue 95 of Li with the very small opposed face product of the inferior surface of tongue 95 of the superior lamella 94 made from an alumina and an antenna 96 and a superior lamella 94 is not carried out like the case of drawing 3 (A).

[0037] the hollow disc-like [ as for the configuration of an antenna ] by which one place of a hoop direction was divided in explanation of an above-mentioned operation gestalt -- or it is cylindrical and has become the so-called gestalt of 1 turn coil. However, the gestalt of an antenna is not limited to this. Drawing 7 is the perspective view of the example of modification of the gestalt of an antenna, cuts off this side and is illustrated. Drawing 7 (A) arranges antenna 34a of the configuration shown by drawing 3 (A) side by side three-fold to the shaft orientations of a cylinder-like plasma generating room. Antenna 34a of the same configuration is arranged in three shaft orientations in this example. Moreover, drawing 7 (B) arranges to a duplex antenna 34b of the configuration shown by drawing 3 (B) in the same flat surface. That is, antenna 34b from which a diameter differs is arranged so that it may become this alignment mutually in the same flat surface. Like these examples of arrangement, the antenna in this invention may arrange the annular antenna which has not been closed to three-fold [ a duplex or ]. Furthermore, you may form in the coiled form of two or more turns. In short, in every part of the longitudinal direction of an antenna, the direction of board thickness of an antenna should just be perpendicular to the direction of a normal in the internal surface close to the antenna of a plasma generating room.

[0038] Although explanation of an above-mentioned operation gestalt described the example of processing which etches SiO<sub>2</sub> film, the plasma treatment equipment of this invention may be used for etching of the polish recon film or the aluminum film, and may be applied to membrane formation processings of plasma CVD etc. other than etching.

[0039]

[Effect of the Invention] If an antenna is arranged like this invention, the opposed face product of the internal surface of a dielectric and an antenna becomes very small, it will become only inductive coupling between an antenna and the plasma, capacity coupling will almost be lost, and the spatter of the internal surface of a dielectric will not be carried out. Therefore, the bad influence resulting from the spatter phenomenon of the internal surface of a dielectric can be controlled. And since the antenna is embedded at the dielectric, even if it uses a very thin antenna, it excels in the configuration holdout of an antenna and a nerve is not used for the handling of an antenna. Moreover, since the antenna is embedded to the interior of a dielectric, the configuration of a plasma generating room including an antenna becomes simple, and the magnitude also becomes compact. Furthermore, even if the high voltage is impressed to an antenna, it does not discharge between an antenna and a ground part in atmospheric air.

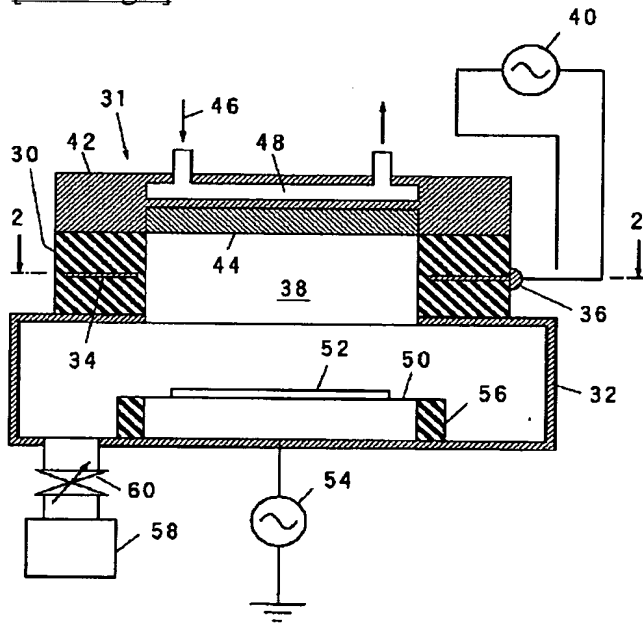
---

[Translation done.]

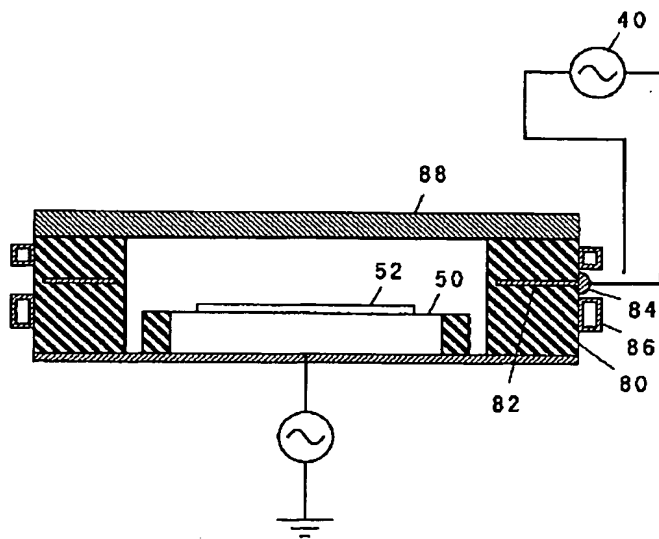
JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

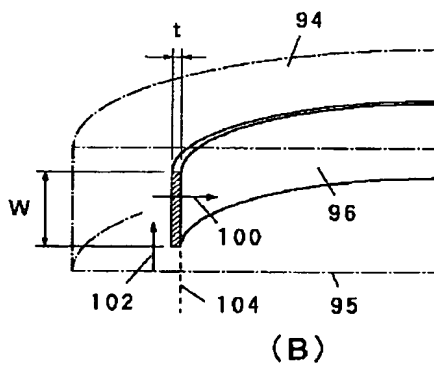
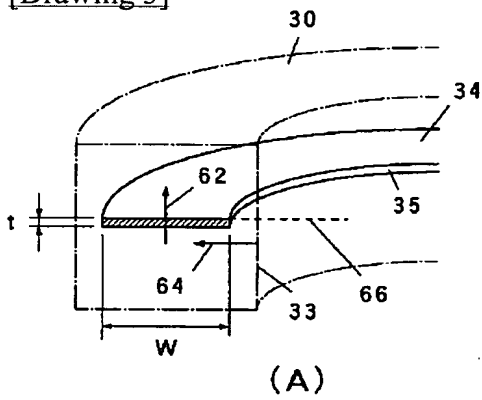
[Drawing 1]



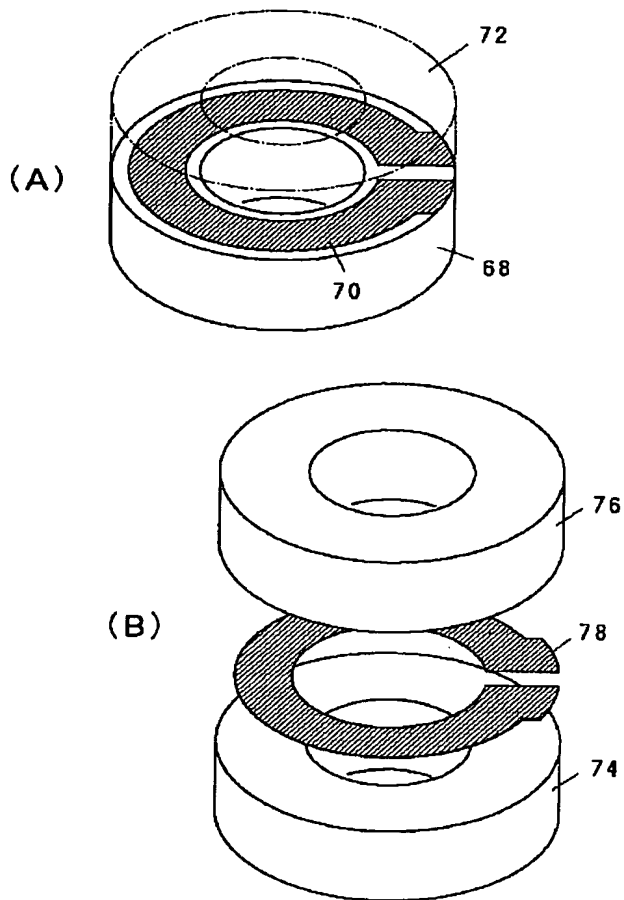
[Drawing 5]



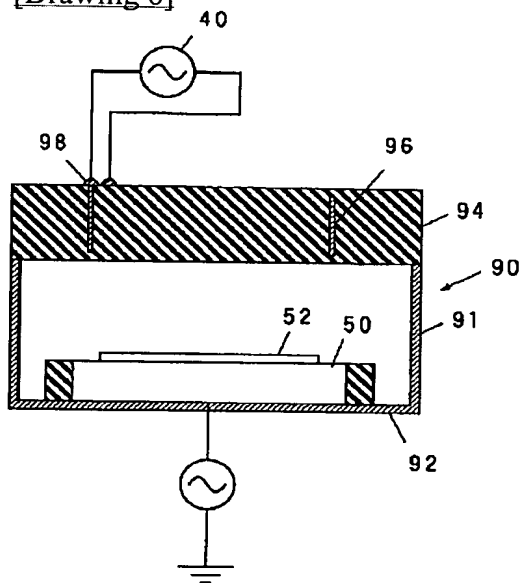
[Drawing 3]



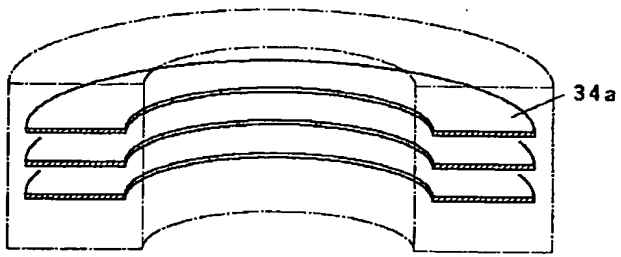
[Drawing 4]



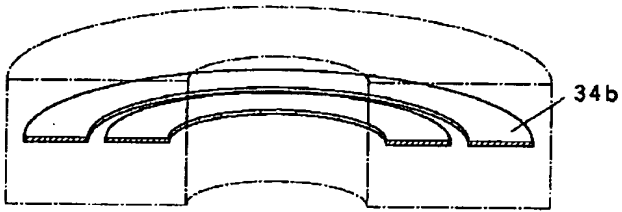
[Drawing 6]



[Drawing 7]

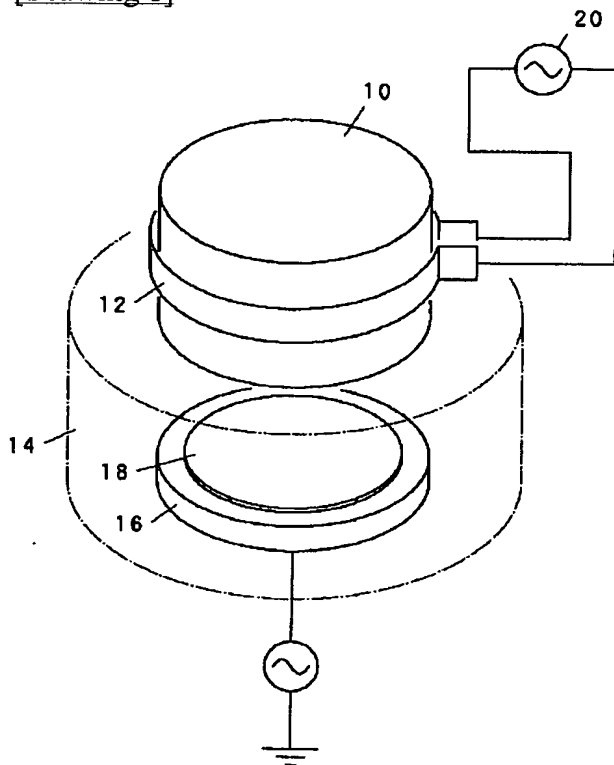


(A)

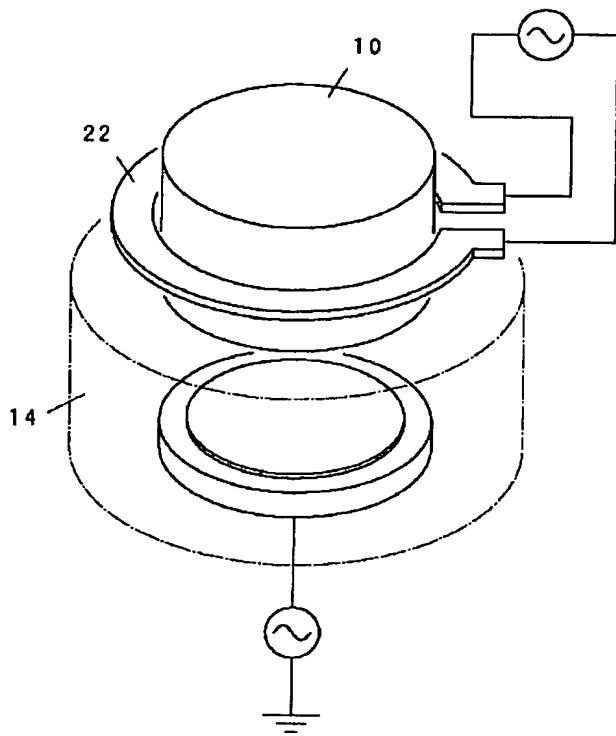


(B)

[Drawing 8]



[Drawing 9]



---

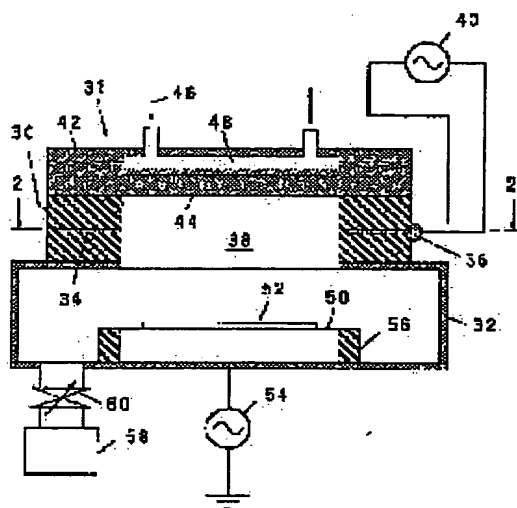
[Translation done.]

(11)Publication number : 09-245993  
(43)Date of publication of application : 19.09.1997

H05H 1/46  
C23C 16/50  
C23F 4/00  
H01L 21/205  
H01L 21/3065

(72)Inventor : TSUKADA TSUTOMU

**SOLUTION:** A side wall member 30 of a plasma generating chamber 31 is composed of a hollow alumina cylinder of a thickness of 50mm, and it is installed on the upper side of a diffusion chamber 32. In the side wall member 30, a copper antenna 34 of a thickness of 0.1mm and a plate width of 40mm is embedded. A plate thickness direction of the antenna 34 is set parallel to an axial direction of the cylindrical side wall member 30. As high frequency power is supplied to a feed part 36 of the antenna 34, plasma is generated in an inner space 38 of the plasma generating chamber 31, and this is diffused to the diffusion chamber 32, so film on a substrate 52 is processed for etching or the like.



[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-245993

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H	1/46		H 0 5 H 1/46	A
C 2 3 C	16/50		C 2 3 C 16/50	
C 2 3 F	4/00		C 2 3 F 4/00	D
				A
H 0 1 L	21/205		H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数 9 F D (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-70871

(22) 出願日 平成8年(1996)3月4日

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 塚田 勉

東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル  
バ株式会社内

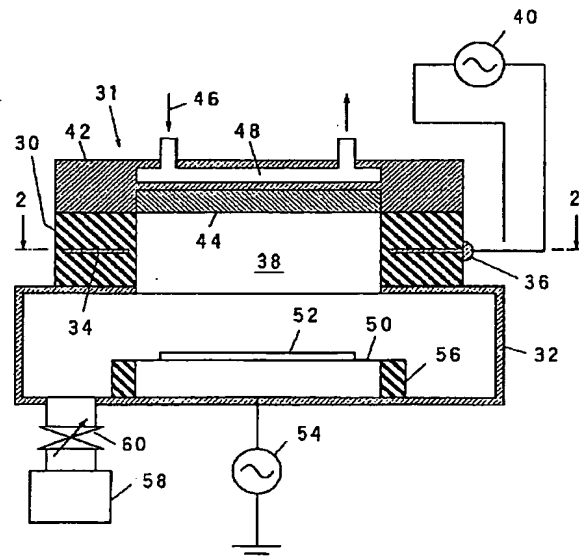
(74) 代理人 弁理士 鈴木 利之

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びアンテナの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 偏平なアンテナを誘電体に埋め込むことにより、プラズマ発生室の内壁面のスパッタ現象を抑制し、かつ、板厚の薄いアンテナでもその形状を保持して、取り扱いを容易にする。

【解決手段】 プラズマ発生室31の側壁部材30は、肉厚50mmの中空のアルミナ製円筒で構成されていて、拡散チャンバー32の上側に取り付けられている。側壁部材30には厚さ0.1mm、板幅40mmの銅製のアンテナ34が埋め込まれている。このアンテナ34の板厚方向は、円筒状の側壁部材30の軸方向に平行になっている。アンテナ34の給電部36に高周波電力を供給すると、プラズマ発生室31の内部空間38にプラズマが発生し、これが拡散チャンバー32に拡散して、基板52上の膜をエッチングするなどの処理をする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器の内部空間にプラズマを発生させて、前記内部空間に配置された被処理基板をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、次の構成を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

(イ) 前記内部空間を画定する壁面部材の少なくとも一部が誘電体で構成されている。

(ロ) 前記誘電体の内部に導電性のアンテナが埋め込まれていて、このアンテナは前記内部空間に露出していない。

(ハ) 前記アンテナは帯状の薄板で形成されていて、このアンテナの板厚方向は前記誘電体のアンテナに近接する内壁面の法線方向に垂直である。

(ニ) 前記アンテナに高周波電源が接続されている。

【請求項2】 前記誘電体の形状は中空の円筒であってその内壁面が前記内部空間に露出しており、前記アンテナの形状は周方向の一箇所が分断されている中空の円板であり、前記アンテナの板厚方向が前記誘電体の軸方向に平行になるようにかつ前記アンテナが前記誘電体に対して同心になるように前記アンテナが前記誘電体に埋め込まれていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記誘電体は前記内部空間に露出する平坦な表面を有し、前記アンテナの形状は周方向の一箇所が分断されている薄板製の中空の円筒であり、このアンテナの板厚方向が前記平坦な表面の法線方向に垂直になるように前記アンテナが前記誘電体の内部に埋め込まれていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 真空容器の内部空間にプラズマを発生させて、前記内部空間に配置された被処理基板をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、次の構成を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

(イ) 前記内部空間を画定する壁面部材の少なくとも一部が誘電体で構成されている。

(ロ) 前記誘電体の内部に導電性のアンテナが埋め込まれていて、このアンテナは前記内部空間に露出していない。

(ハ) 前記アンテナは帯状の薄板で形成されていて、このアンテナの長手方向に垂直な断面形状は細長い形状をしており、前記断面形状の長辺の延長線は前記誘電体の内壁面と垂直に交差する。

(ニ) 前記アンテナに高周波電源が接続されている。

【請求項5】 前記誘電体はアルミナ焼結体で形成されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 前記アンテナを構成する帯状の薄板は、その板厚が板幅の10分の1から10万分の1の範囲内であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 前記プラズマ処理装置はエッチング装置であり、前記真空容器の少なくとも一部は温度制御可能であることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項8】 真空容器の内部空間を画定する壁面部材の少なくとも一部を誘電体で構成し、この誘電体の内部に導電性のアンテナを埋め込んで、このアンテナに高周波電力を供給して前記内部空間にプラズマを発生させ、これにより、前記内部空間に配置された被処理基板をプラズマ処理するプラズマ処理装置のためのアンテナの製造方法において、次の段階を備えるアンテナの製造方法。

(イ) 所定の肉厚の中空円筒の形状をした第1誘電体を製造する段階。

(ロ) 前記第1誘電体の一方の端面に導電性の薄膜を膜付けすることによって、周方向の一箇所が分断されている中空の円板状のアンテナを形成する段階。

(ハ) 前記第1誘電体の前記アンテナが形成された端面上に、前記第1誘電体と同じ端面形状をする中空円筒の第2誘電体を焼結法で一体に製造する段階。

【請求項9】 真空容器の内部空間を画定する壁面部材の少なくとも一部を誘電体で構成し、この誘電体の内部に導電性のアンテナを埋め込んで、このアンテナに高周波電力を印加して前記内部空間にプラズマを発生させ、これにより、前記内部空間に配置された被処理基板をプラズマ処理するプラズマ処理装置のためのアンテナの製造方法において、次の段階を備えるアンテナの製造方法。

(イ) 所定の肉厚の中空円筒の形状をしていて同一の端面形状を有する2個の誘電体を製造する段階。

(ロ) 周方向の一箇所が分断されている中空の円板の形状をした導電性の薄板からなるアンテナを製造する段階。

(ハ) 前記2個の誘電体の端面の間に前記アンテナを挟んで、このアンテナをろう材として用いることにより前記2個の誘電体を互いにろう付け接合する段階。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、真空容器の内部に発生させたプラズマを用いて被処理基板をエッチングしたり被処理基板上に成膜したりするプラズマ処理装置に関し、特に誘導結合方式によってプラズマを発生させるプラズマ処理装置に関する。また、そのようなプラズマ処理装置のためのアンテナの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体デバイスを製造するためのエッチングや成膜の工程では、プラズマを発生させるために平行平板電極が一般に用いられてきた。しかし、エッチングの微細加工の要求や、ダメージの少ない処理方法の要求などから、近年、電子サイクロトロン共鳴(E

CR)や、誘導結合プラズマ(ICP)、ヘリコン波などを利用したプラズマ処理が多く用いられるようになっている。これらのプラズマ処理では、被処理基板を載せた基板ホルダーから離れた位置にあるプラズマ発生室で、低圧力でも非常に密度の高いプラズマを発生させて、このプラズマを被処理基板の近傍に拡散させてプラズマ処理を行うことができる。このうち、本発明は、誘導結合プラズマを用いたプラズマ処理装置に関係している。

【0003】誘導結合プラズマを発生させるには、例えば、Plasma Sources Sci. Technol., 第1巻、109ページ、J. Hopwood 著、1992年、に記載されたプラズマ発生室を用いることができる。

【0004】図8は、誘導結合プラズマを用いた従来のプラズマ処理装置の斜視図である。石英等の誘電体で構成された円筒状のプラズマ発生室10の周囲には、帯状の薄板からなるアンテナ12が周方向に巻かれている。このプラズマ発生室10は拡散チャンバー14の上に取り付けられている。プラズマ発生室10で発生したプラズマは拡散チャンバー14に拡散し、拡散チャンバー14の中央に設置した基板ホルダー16に載せられた基板18に対してエッチングなどのプラズマ処理が行われる。

【0005】エッチング処理の具体例を説明すると、プラズマ発生室10と拡散チャンバー14を真空中に排気してから、C、F<sub>2</sub>等の反応性ガスを導入して圧力を数mTorrに設定する。プラズマ発生用高周波電源20を用いてアンテナ12に高周波電力を供給すると、誘導結合により、プラズマ発生室10の内部に、環状のアンテナ12に流れる電流を打ち消そうとする交番電界が発生し、これによって電子が加速されて、プラズマ発生室10の内部に高密度の反応性のプラズマが発生する。このプラズマが拡散チャンバー14に拡散して、基板18上のSiO<sub>2</sub>の薄膜がエッチングされる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のプラズマ発生室においては、帯状の薄板からなるアンテナ12が円筒形状になるように配置されている。すなわち、アンテナ12の板幅部分がプラズマ発生室10の外周面に対向している。したがって、アンテナ12とプラズマ発生室10との対向面積が大きくなり、このプラズマ発生室10を介して、プラズマ発生室10の内部のプラズマとアンテナ12とが、誘導結合のほかにも容量的にも結合していた。このため、プラズマ発生室10の内壁面のうち、アンテナ12に近接する部分では、内壁面が負電圧にバイアスされて、この内壁面がイオン衝撃を受けてスパッタされるという問題を生じていた。

【0007】プラズマ発生室の材質は誘電体であるが、誘電体の中でも、機械的強度が強くて、アルカリや重金属の汚染の少ない材料として、石英が多く用いられてい

る。この石英が多くスパッタされると、特にフルオロカーボンガスのプラズマを用いたSiO<sub>2</sub>のエッチングにおいては、スパッタされた石英中の酸素原子が、フルオロカーボン膜の基板への堆積を抑制するため、Siに対して高い選択比でSiO<sub>2</sub>をエッチングすることができなかった。さらに、上述のイオン衝撃のために、石英表面に吸着したフラジカルの平均滞在時間が比較的短くなるので、放電空間中のフラジカル濃度が増加して、この影響によっても、Siに対して高い選択比を得ることができなかった。

【0008】アンテナとして、帯状の薄板を用いる代わりに、断面が円形のパイプをプラズマ発生室の周囲に配置することも考えられ、このパイプの内部に冷却水を流せばアンテナの冷却にも便利である。このようなパイプを用いた場合にも、やはり、アンテナとプラズマとの間の容量結合の問題すなわち内壁面のスパッタの問題が生じている。

【0009】アンテナとプラズマとの容量性の結合に起因する上述の問題点を解決するために、Proc. 12th Symp. Plasma Processing, 第433ページ、K. Takagiら著、1995年、に記載されているように、アンテナを偏平にすることも考えられている。図9は、このような偏平なアンテナを用いた従来のプラズマ処理装置の斜視図である。プラズマ発生室10の周囲には、中空円板の形状をした偏平なアンテナ22が取り付けられている。このようにアンテナ22を偏平にすることにより、アンテナ22がプラズマ発生室10に対向する面積が小さくなるので、アンテナ22とプラズマとの容量結合の度合いが小さくなって、プラズマ発生室10の内壁面が負電圧にバイアスされることが少なくなり、プラズマ発生室10の内壁面はほとんどスパッタされることがなくなった。

【0010】ところが、このような偏平なアンテナ22は、アンテナを偏平状態で保持するための特別の手段が必要になる。そして、アンテナとプラズマとの間の容量結合をより少なくするには、アンテナの板厚をより薄くする必要があるが、あまり薄くすると、アンテナの機械的強度が十分でなくなり、アンテナの偏平形状を維持できなくなるという問題が生じる。しかも、非常に薄いアンテナは、その取り扱いに神経を使う。

【0011】偏平なアンテナ22に大きな高周波電力を供給すると、アンテナの電位が上昇して、大気中において、アンテナと拡散チャンバー14の上板との間に放電が生じるという問題も生じる。このような放電の問題は、図8に示すようなアンテナ形状の場合でも生じる。

【0012】この発明は上述の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、誘導結合方式のプラズマ処理装置において、プラズマ発生室の内壁面のスパッタ現象を抑制することができて、かつ、板厚の薄いアンテナでもその形状保持性に優れたプラズマ処理装置を

10

20

30

40

50

提供することにある。また、そのようなプラズマ処理装置のためのアンテナの製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明のプラズマ処理装置は、真空容器の内部空間にプラズマを発生させて、前記内部空間に配置された被処理基板をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、次の(イ)～(ニ)の構成を備えている。(イ)前記内部空間を画定する壁面部材の少なくとも一部が誘電体で構成されている。(ロ)前記誘電体の内部に導電性のアンテナが埋め込まれていて、このアンテナは前記内部空間に露出していない。

(ハ)前記アンテナは帯状の薄板で形成されていて、このアンテナの板厚方向は前記誘電体のアンテナに近接する内壁面の法線方向に垂直である。(ニ)前記アンテナに高周波電源が接続されている。

【0014】このようにアンテナを配置したことにより、誘電体の内壁面とアンテナとの対向面積が非常に小さくなる。これにより、アンテナとプラズマとの間は誘導結合のみとなって、容量結合がほとんどなくなり、誘電体の内壁面がスパッタされなくなる。したがって、各種のプラズマ処理において、誘電体の内壁面のスパッタ現象に起因する悪影響を抑制できる。しかも、アンテナを誘電体に埋め込んでいるので、非常に薄いアンテナを使っても、アンテナの形状保持性に優れ、アンテナの取り扱いに神経を使うこともない。また、アンテナが誘電体の内部に埋め込まれているので、アンテナを含めたプラズマ発生室の形状が単純になり、その大きさもコンパクトになる。さらに、アンテナに高電圧が印加されても、大気中においてアンテナとアース部分との間で放電することもない。

【0015】円筒状のプラズマ発生室の側壁部材を誘電体で構成した場合には、アンテナの形状としては、周方向の一箇所が分断されている中空の円板とし、このアンテナの板厚方向が側壁部材の軸方向に平行になるようにかつアンテナが側壁部材に対して同心になるようにアンテナを側壁部材の肉厚部分に埋め込めばよい。

【0016】円筒状のプラズマ発生室の平板状の上板を誘電体で構成した場合には、アンテナの形状としては、周方向の一箇所が分断されている薄板製の中空の円筒とし、このアンテナの板厚方向が上板の下面の法線方向に垂直になるようにアンテナを上板の内部に埋め込めばよい。

【0017】アンテナを構成する帯状の薄板は、その板厚が板幅に比較して非常に薄いことが重要である。アンテナとプラズマとの間の容量結合の度合を少なくする観点からは、板厚を小さくするだけでよいが、アンテナに大きな高周波電流を流す観点からは、板幅はある程度大きくする必要がある。例えば、板厚は $1\mu\text{m}$ ～ $1\text{mm}$ 程度にすることができ、板幅は $1\sim 5\text{cm}$ 程度にすることができ、実用的には、板厚は板幅の $10$ 分の $1$ から $1$

$0$ 万分の $1$ の範囲内にするのが好ましい。

【0018】アンテナの材質としては、金、銀、銅、あるいはこれらの合金のように、電気伝導度の良好なものが望ましいが、高周波損が少なければ、他の高融点金属やカーボン等を使ってもよい。

【0019】本発明で使用する誘電体の材質としてはアルミナ焼結体を用いることができる。ただし、これに限定するものではなく、石英、窒化アルミニウム、窒化ホウ素などのその他の誘電体材料も用いることができる。要は、誘電体としての性質に加えて、その内部でアンテナを保持することができてかつ真空を維持できるような機械的強度と気密性があればよい。

【0020】また、アンテナを製造する方法としては、誘電体上に、アンテナとしての導電体を膜付けてから、さらにその上に誘電体を焼結法で一体に接合する方法を採用できる。導電体の膜付け法としては、メッキ法、塗布法、真空成膜法などの公知の膜付け法を利用できる。さらに、アンテナを製造する別の方法として、 $2$ 個の誘電体の間に、導電性の薄板からなるアンテナを挟んで、このアンテナをろう材として、 $2$ 個の誘電体をろう付け接合する方法を採用してもよい。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は、この発明のプラズマ処理装置の一実施形態の正面断面図である。プラズマ発生室31の側壁部材30は、肉厚 $50\text{mm}$ の中空のアルミナ製円筒で構成されていて、拡散チャンバー32の上側に取り付けられている。アルミナ製の側壁部材30の肉厚部分には、厚さ $0.1\text{mm}$ の銅製のアンテナ34が埋め込まれている。このアンテナ34の板厚方向は、円筒状の側壁部材30の軸方向に平行になっている。アンテナ34の板幅は $40\text{mm}$ あり、側壁部材30の外周面に露出している給電部36以外は、アルミナ製の側壁部材30の肉厚部分に完全に埋め込まれている。したがって、アンテナ34はプラズマ発生室31の内部空間38には露出していない。

【0022】給電部36は、高周波電源40から高周波電力を供給する給電ケーブルを接続するために、銅ブロックで補強されて、アンテナ34に電気的に接続されている。側壁部材30の上部には、温度制御可能な上蓋42が配置され、この上蓋42の下面にはカーボンプレート44が取り付けられている。このカーボンプレート44はプラズマ発生室31の内部空間38に面している。上蓋42の内部には通路48が形成されていて、温度制御された液体46が通路48の内部を流れるようになっている。

【0023】拡散チャンバー32の内部には、冷却媒体で冷却可能な基板ホルダー50が設置されている。基板52は基板ホルダー50上に静電チャックで固定される。この基板ホルダー50はバイアス用高周波電源54によってバイアス電圧を印加できる構造になっている。

基板ホルダー50の側面は絶縁体56で覆われていて、これにより、基板52上にプラズマを集中させるようになっている。

【0024】このプラズマ発生装置においては、プラズマ発生室31は側壁部材30と上蓋42とで構成され、このプラズマ発生室31と拡散チャンバー32とで真空容器が構成されている。

【0025】図2は、図1の2-2線断面図である。この断面図は、アンテナ34を埋め込んだ高さにおいて、アルミナ製の側壁部材30を、この側壁部材30の軸方向に垂直な平面で切断したものである。中空円筒状の側壁部材30の肉厚部分にはアンテナ34が埋め込まれており、このアンテナ34は、周方向の一箇所で分断された中空の円板の形状をしている。したがって、このアンテナ34は周方向に閉じていない。そして、周方向に分断された箇所に2個の給電部36が接続されている。この給電部36以外では、アンテナ34は完全に側壁部材30の肉厚部分に埋め込まれている。

【0026】次に、このプラズマ処理装置で基板をエッチングする方法を説明する。図1において、あらかじめプラズマ発生室31と拡散チャンバ32を排気装置58で真空中に排気しておき、図示していないガス導入機構より、例えばC、F<sub>2</sub>ガスを50sccm程度の流量で導入する。同時に、上蓋42の通路48内に、200℃に温度制御した液体46を流して、上蓋42に取り付けたカーボンプレート44を200℃に加熱する。このようにカーボンプレート44を加熱することにより、C、F<sub>2</sub>の重合膜がカーボンプレート44に付着しなくなる。もしカーボンプレート44に膜が付着すると、この膜がはがれてパーティクルが増加することになるが、カーボンプレート44の加熱により、このような不都合を防いでいる。次に、排気導管に設けたオリフィス60を制御して、拡散チャンバー32内の圧力を3mTorrに保つ。この状態で、高周波電源40から高周波電力を、図示していないマッチングボックスを介してアンテナ34に供給する。このアンテナ34に流れる交番電流により誘導磁界が発生し、この磁界を打ち消すように、プラズマ発生室31の内部空間38において、アンテナ34を含む水平面の近傍に誘導電界が発生する。この誘導電界により、内部空間38内の電子が加速され、プラズマが発生する。このプラズマが拡散チャンバー32に拡散して、基板52上のSiO<sub>2</sub>の薄膜がエッチングされる。

【0027】図3(A)は図1の装置におけるアンテナ34と側壁部材30との位置関係を説明する斜視図であり、手前の部分を切り取って図示してある。アンテナ34は帯状の薄板によって中空円板状に形成されていて、その長手方向は側壁部材30の周方向に延びている。このアンテナ34は中空円筒状の側壁部材30と同心になるように配置されている。アンテナ34の板厚方向62は側壁部材30の軸方向に平行である。そして、この板

厚方向62は、側壁部材30のアンテナ34に近接する内壁面33の法線方向64に垂直である。アンテナ34の長手方向に垂直な断面形状は細長い形状をしており、この断面形状の長辺はアンテナの板幅Wに相当し、短辺は板厚tに相当する。アンテナの板厚tは板幅Wに対して非常に小さくなっている。板厚tは板幅Wの10分の1から千分の1程度にするのが好ましい。上記断面形状の長辺の延長線66は側壁部材30の内壁面に対して垂直に交差している。

【0028】上述のようにアンテナ34が配置されていることにより、側壁部材30の内壁面33とアンテナ34との対向面積は非常に小さくなる。すなわち、この対向面積は、アンテナ34の板厚部分の内周面35の面積だけである。これにより、アンテナ34とプラズマとの間は誘導結合のみとなって、容量結合がほとんどなくなり、側壁部材30の内壁面33がスパッタされなくなる。

【0029】アンテナ34はアルミナ製の側壁部材30の肉厚部分に埋め込まれているので、その板厚が0.1mmと非常に薄くても、アンテナが変形することがなく、その形状が保持される。そして、アンテナ34が側壁部材30の外周面から突き出していないので、アンテナを含めた側壁部材の形状が単純な円筒形状になり、その大きさもコンパクトになる。さらには、アンテナ34がほぼ完全に誘電体で覆われているので、アンテナ34に高電圧が誘起されても、大気中においてアンテナ34とアース（例えば拡散チャンバー）との間で放電することがない。

【0030】この実施形態では、アンテナの板厚tは0.1mmと非常に小さいが、板幅Wが40mmと比較的大きいので、大電流の高周波電流をアンテナに流しても、高周波損が大きくなることはない。その理由は、高周波が表皮効果により導体の表面近傍のみを流れるからである。

【0031】図4(A)はアンテナの製造工程の一例を示す斜視図である。まず、アルミナ製の第1誘電体68を焼結法で成形して、所定の肉厚を有する中空円筒の形状にする。次に、この第1誘電体68の一方の端面に、周方向の一箇所で分断された状態の中空の円板状になるように厚さ0.1mmの銅メッキ70を施す。この銅メッキ70が施された端面上に、アルミナ製の第2誘電体72を焼結法で一体に成形して、この第2誘電体72も中空円筒の形状にする。これにより、銅メッキ70からなるアンテナが埋め込まれた状態の中空円筒状の誘電体が一体に製造される。なお、第1誘電体68の端面上への膜付け方法としては、メッキ以外の膜付け方法を用いてもよい。

【0032】図4(B)はアンテナの製造工程の別の例を示す斜視図である。まず、アルミナ製の第1誘電体74と第2誘電体76を焼結法で成形する。これらの誘電

体74、76は同じ端面形状を有していて、どちらも、所定の肉厚を有する中空円筒の形状である。一方で、周方向の一箇所が分断された状態の中空の円板状になるように厚さ0.1mmの銅製の薄板78を作る。次に、この薄板78を2個の誘電体74、76の端面の間に挟んでから、これらを炉内で加熱して、銅製の薄板78をろう材として用いることにより2個の誘電体74、76をろう付け接合する。これにより、銅製の薄板78からなるアンテナが埋め込まれた状態の誘電体が一体に製造される。

【0033】図5は、本発明のプラズマ処理装置の第2の実施形態の正面断面図である。この実施形態では拡散チャンバーが無く、側壁部材80の内部に基板ホルダー50が直接配置されている。側壁部材80は中空円筒形状のアルミナ焼結体で構成されている。この側壁部材80の肉厚部分にアンテナ82が埋め込まれている。アンテナ82の形状と配置は、図1の実施形態の場合と同じである。このアンテナ82の給電部84に高周波電源40が接続される。ところで、アンテナ82に高周波電源40から高周波電力を供給すると、アンテナ82の温度が上昇して、側壁部材80の内壁面の温度も上昇する。内壁面の温度が変化すると、内壁面に付着するラジカル量が増加し、反応容器内のラジカル組成が変化する。すると、エッチング特性に再現性がなくなる。そこで、このようなラジカル組成の不安定性をなくすために、この実施形態では、側壁部材80の外周面に冷却水通路86設けて、エッチング開始の直前から、側壁部材80の内壁面の温度を200℃に保つようにしている。この実施形態では、側壁部材80の上には、表面をアルマイト処理したアルミニウム製の上板88を配置している。アルミニウムを用いると、ステンレス製の基板で生じるような鉄粒子による重金属汚染がない。また、アルマイト処理は、アルミニウムの腐蝕防止とアルミニウムのスパッタの抑制に役立っている。

【0034】図6は、本発明のプラズマ処理装置の第3の実施形態の正面断面図である。この実施形態では、プラズマ発生室90の側面91と底面92はアルミニウムで構成されており、プラズマ発生室90の上板94はアルミナの焼結体で構成されている。このアルミナ製の上板94の肉厚部分にはアンテナ96が埋め込まれている。このアンテナ96は、厚さ0.2mmの銅製の円筒板であり、その周方向の一箇所が分断されている。アンテナ96には給電部98が接続されており、この給電部98に高周波電源40から高周波電力が供給される。プラズマ発生室90の内部には、上板94と対向するように基板ホルダー50が設置され、その上に基板52が載っている。

【0035】図3(B)は図6の装置におけるアンテナ96と上板94との位置関係を説明する説明図である。アンテナ96は帯状の薄板によって中空円筒状に形成さ

れていて、アンテナ96の長手方向は、円筒状のプラズマ発生室の周方向に延びている。中空円筒状のアンテナ96の中心線は、円筒状のプラズマ発生室の中心線と一致している。アンテナ96の板厚方向100は、アルミナ製の基板94の下面95(プラズマ発生室の内壁面の一部を構成している。)の法線方向102に対して垂直である。アンテナ96の長手方向に垂直な断面形状は細長い形状をしており、この断面形状の長辺はアンテナの板幅Wに相当し、短辺は板厚tに相当する。上記断面形状の長辺の延長線104は上板94の下面95に対して垂直に交差している。

【0036】このようにアンテナ96が配置されていることにより、図3(A)の場合と同様に、アルミナ製の基板94の下面95とアンテナ96との対向面積は非常に小さくなり、上板94の下面95がスパッタされることがない。

【0037】上述の実施形態の説明では、アンテナの形状は、周方向の一箇所が分断された中空円筒状あるいは円筒状であり、いわゆる1ターンコイルの形態となっている。しかし、アンテナの形態はこれに限定されない。図7はアンテナの形態の変更例の斜視図であり、手前を切り取って図示してある。図7(A)は図3(A)で示した形状のアンテナ34aを、円筒状のプラズマ発生室の軸方向に3重に並べて配置したものである。この例では、同一形状のアンテナ34aを軸方向に3個並べている。また、図7(B)は図3(B)で示した形状のアンテナ34bを、同一平面内で2重に配置したものである。すなわち、直径の異なるアンテナ34bを同一平面内で互いに同心となるように配置したものである。これらの配置例のように、本発明におけるアンテナは、閉じていない環状のアンテナを2重や3重に配置してもよい。さらには、複数ターンのコイル状に形成しても構わない。要は、アンテナの長手方向のどの部分においても、アンテナの板厚方向が、プラズマ発生室のアンテナに近接する内壁面における法線方向に垂直になっていればよい。

【0038】上述の実施形態の説明では、SiO<sub>2</sub>膜をエッチングする処理例について述べたが、本発明のプラズマ処理装置は、ポリシリコン膜やアルミニウム膜のエッチングに用いてもよく、また、エッチング以外の、プラズマCVDなどの成膜処理に応用してもよい。

【0039】

【発明の効果】この発明のようにアンテナを配置すると、誘電体の内壁面とアンテナとの対向面積が非常に小さくなり、アンテナとプラズマの間は誘導結合のみとなって、容量結合がほとんどなくなり、誘電体の内壁面がスパッタされることがない。したがって、誘電体の内壁面のスパッタ現象に起因する悪影響を抑制できる。しかも、アンテナを誘電体に埋め込んでいるので、非常に薄いアンテナを使っても、アンテナの形状保持性に優

11

れ、アンテナの取り扱いに神経を使うこともない。また、アンテナが誘電体の内部に埋め込まれているので、アンテナを含めたプラズマ発生室の形状が単純になり、その大きさもコンパクトになる。さらに、アンテナに高電圧が印加されても、大気中においてアンテナとアース部分との間で放電することもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のプラズマ処理装置の一実施形態の正面断面図である。

【図2】図1の2-2線断面図である。

【図3】アンテナと誘電体との位置関係を説明する斜視図である。

【図4】アンテナの製造工程を示す斜視図である。

【図5】この発明のプラズマ処理装置の第2の実施形態の正面断面図である。

【図6】この発明のプラズマ処理装置の第3の実施形態の正面断面図である。

\*

12

\*【図7】アンテナの形態の変更例の斜視図である。

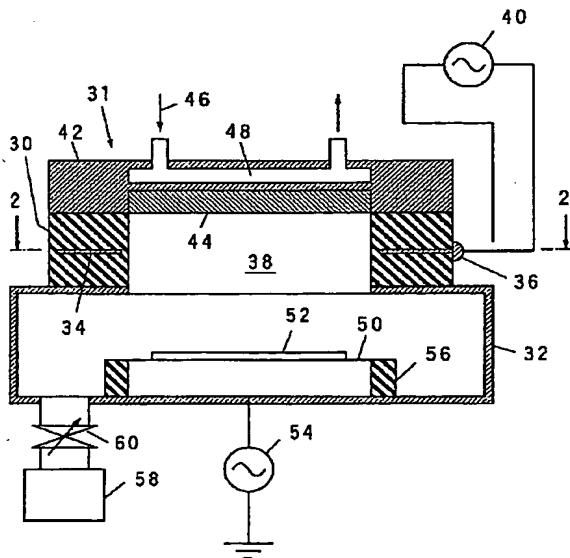
【図8】誘導結合プラズマを用いた従来のプラズマ処理装置の斜視図である。

【図9】偏平なアンテナを用いた従来のプラズマ処理装置の斜視図である。

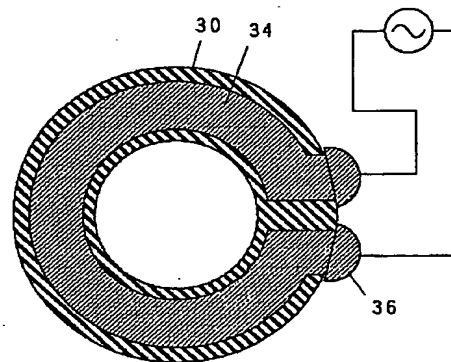
【符号の説明】

- 30 側壁部材
- 31 プラズマ発生室
- 32 拡散チャンバー
- 10 33 内壁面
- 34 アンテナ
- 38 内部空間
- 40 高周波電源
- 42 上蓋
- 50 基板ホルダー
- 52 基板
- 54 バイアス用高周波電源

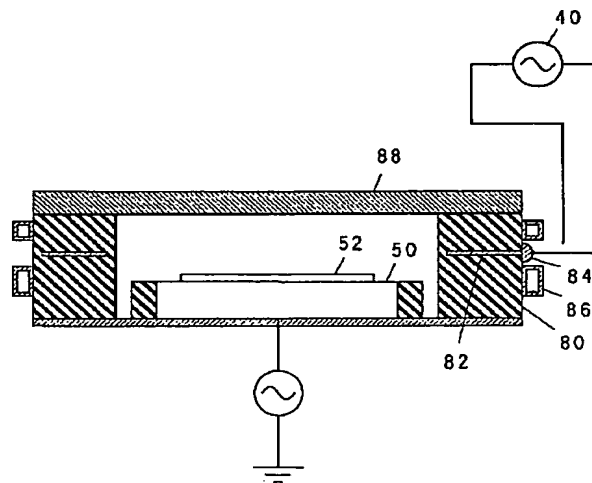
【図1】



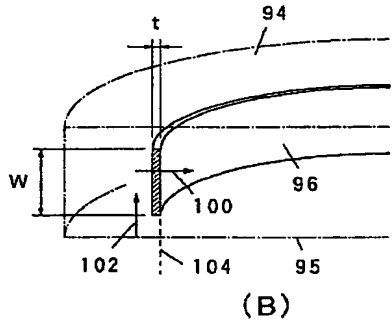
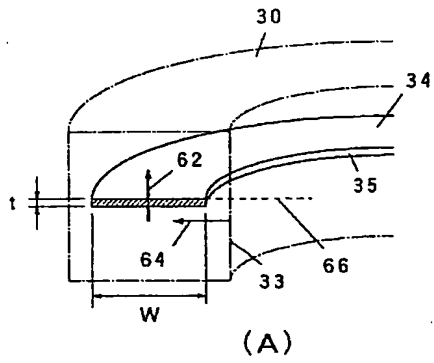
【図2】



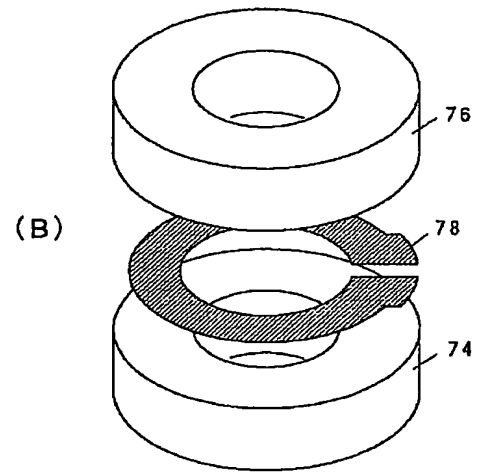
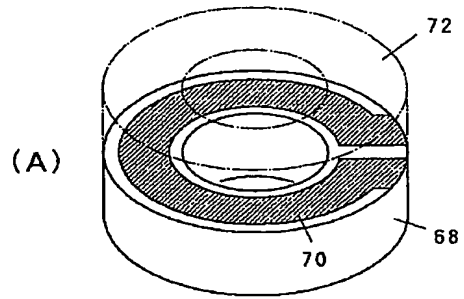
【図5】



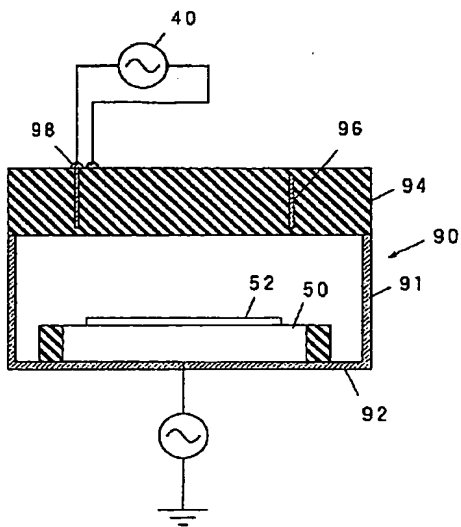
【図3】



【図4】

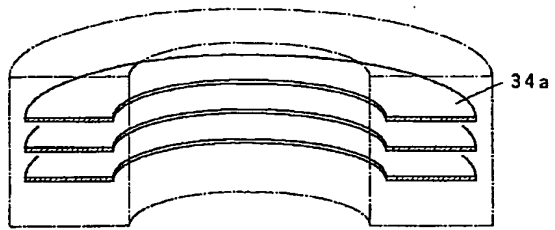


【図6】

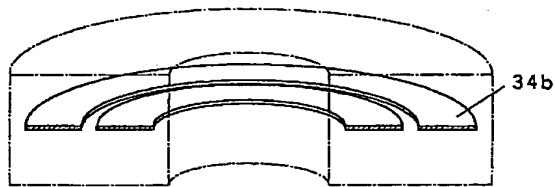




【図7】

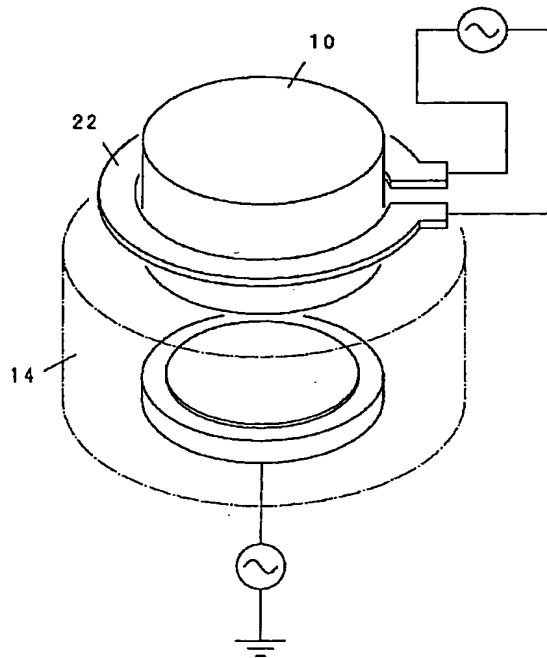


(A)

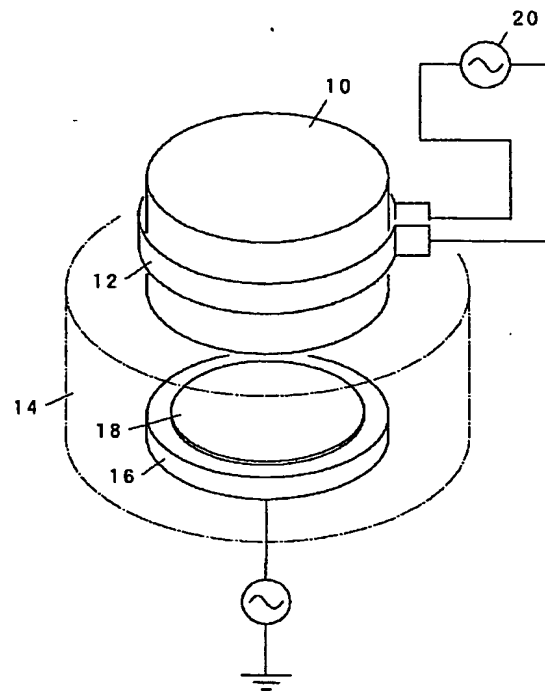


(B)

【図9】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 21/3065

識別記号

片内整理番号

F I  
H 0 1 L 21/302

技術表示箇所

B